

FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS – FATECS
CURSO: ENGENHARIA CIVIL

FELIPE CÔRTEZ ANTUNES WURMBAUER
MATRÍCULA: 21015886

**AVALIAÇÃO DO CUSTO-BENEFÍCIO DE TECNOLOGIAS
EXISTENTES PARA REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM
CASAS POPULARES**

BRASÍLIA
2014

FELIPE CÔRTEZ ANTUNES WURMBAUER

**AVALIAÇÃO DO CUSTO-BENEFÍCIO DE TECNOLOGIAS
EXISTENTES PARA REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM CASAS
POPULARES**

Trabalho de Curso (TC) apresentado
como um dos requisitos para a conclusão
do curso de Engenharia Civil do UniCEUB
- Centro Universitário de Brasília

Orientador: Eng.º Sanitarista e Ambiental
Jamaci Avelino do Nascimento Júnior,
M.Sc.

**BRASILIA
2014**

FELIPE CÔRTEZ ANTUNES WURMBAUER

**AVALIAÇÃO DO CUSTO-BENEFÍCIO DE TECNOLOGIAS
EXISTENTES PARA REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM CASA
POPULARES**

Trabalho de Curso (TC) apresentado
como um dos requisitos para a
conclusão do curso de Engenharia
Civil do UniCEUB - Centro
Universitário de Brasília

Orientador: Eng.^o Sanitarista e
Ambiental Jamaci Avelino do
Nascimento Júnior, M.Sc.

Brasília, 28 de Novembro de 2014.

Banca Examinadora

Eng^a. San.e Amb.Jamaci Avelino do Nascimento Júnior, M.Sc.
Orientador

Eng. Civil Jorge Antônio da Cunha Oliveira, D.Sc.
Examinador Interno

Eng. Civil André Braga Galvão Silveira, M.Sc.
Examinador Externo

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, que sempre me acompanhou e iluminou o meu caminho;

À toda minha família, que sempre esteve e estará do meu lado não importando a circunstância;

Aos meus pais Bruno e Luciana, pela educação e companheirismo durante toda a minha jornada de vida;

Ao meu avô Edison e minha vó Isa, que são um grande exemplo de vida e sempre fizeram de tudo para ver meu sucesso;

À minha vó “Dinha” e meu avô Bruno, que me proporcionaram muitos momentos de felicidade;

Á meu padrasto Frederico e minha madrastra Myla, por me amarem como filho;

Aos meus mais sinceros amigos, que apesar de me levarem pra farra, sempre compreenderam minha ausência devido a estudos e trabalho;

Ao professor e orientador Jamaci Junior, pela paciência, auxílio e dedicação para que fosse possível a elaboração desse trabalho;

A todos os professores que fizeram parte da minha formação acadêmica e principalmente aos que contribuíram com conhecimento para esta pesquisa;

Aos colegas de turma, pelas boas lembranças e risadas compartilhados em sala de aula durante esses cinco longos anos;

Aos colegas da Via Engenharia, por sempre terem compreensão e flexibilidade diante da demanda deste trabalho;

A todos, que de alguma forma contribuíram na minha vida rumo ao mercado de trabalho, muito obrigado!

RESUMO

O consumo dos recursos hídricos aumentam gradativamente ano à ano e vem se tornando um problema para distribuidoras de águas no Brasil. O governo Federal busca soluções para a redução desse consumo, sendo uma delas o reuso de água pluvial para fins não potáveis. Portanto este trabalho contempla um projeto experimental de reuso de águas pluviais, elaborado com base em tecnologias existentes, para o programa “Minha Casa, Minha Vida”, no intuito de reduzir o consumo de água potável das classes C e D. Considerando o orçamento para execução do projeto e a economia de água proporcionada pelo mesmo, conclui-se que o reuso pluvial é vantajoso para as famílias das residências, tendo em vista a economia financeira na conta de água potável de até R\$ 276,93 por ano. Para o Governo Federal no aspecto econômico, em um prazo de até oito anos seu investimento inicial pode ser quitado, quanto no aspecto ambiental, devido a preservação por ano de aproximadamente 61,6 milhões de metros cúbicos de água dos corpos hídricos.

Palavras chaves: Reuso de águas pluviais, viabilidade, programa “Minha Casa Minha Vida”

ABSTRACT

The use of hydric resources increases gradually year after year and is becoming an issue to water distributors in Brazil. The Federal Government is searching for solutions to reduce that consume, one of them is the reuse of pluvial water to non-potable purposes. . Therefore this work describes an experimental project for reuse of rainwater, drawn up on the basis of existing technologies for the "My House, My Life" program, in order to reduce the consumption of drinking water from the classes C and D. Whereas the budget for project execution and water savings provided by the same, it is concluded that the rainwater reuse is advantageous for families of households, with a view to financial savings in drinking water bill of up to R\$ 276,93 per year. For the Federal Government in the economic aspect, in a period of up to eight years your initial investment can be paid, as the environmental aspect, due to preservation by year of approximately 61.6 million cubic meters of water from water bodies.

Key words: reuse of storm water, viability, program "My House, My Life"

SUMÁRIO

RESUMO.....	5
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVO	13
2.1. Objetivo Geral	13
2.2. Objetivo Específico	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3.1. Considerações Iniciais	14
3.1.1. Recursos Hídricos	14
3.1.2. Desenvolvimento Sustentável.....	14
3.2. Reuso de água.....	15
3.2.1. Objetivo do sistema de reuso de água	15
3.2.2. Dificuldades do cenário brasileiro	15
3.2.3. Reuso de água pluvial	16
4. METODOLOGIA DE TRABALHO	18
4.1. Tecnologia de reuso da águas pluviais	19
4.1.1. Filtro de água de Chuva de baixo custo - Modelo Auto-Limpante	20
4.1.2. Separador de águas da chuva - Modelo com fundo roscável.....	21
4.1.3. Construção e instalação da Minicisterna	22
4.1.4. Peças internas da Minicisterna	24

4.1.5. Sugestões para a tampa da Minicisterna.....	26
4.2. Tratamento da água na Mini cisterna.....	27
4.3. Adaptações da tecnologia de reuso de água pluvial para casas populares.....	29
4.4. Projeto experimental com a disposição das instalações de reuso	31
5. MEMORIAL DE CALCULO	32
5.1. Calhas Coletoras	32
5.1.1. Fatores Meteorológicos	32
5.1.2. Área de Contribuição	33
5.1.3. Vazão de projeto.....	34
5.1.4. Dimensionamento das calhas coletoras	34
5.2. Condutores Verticais.....	35
5.3. Condutores Horizontais.....	36
5.4. Sistema de Reservatórios e Distribuição	36
6. APRESENTAÇÃO E ANALISE DOS RESULTADOS	38
6.1. Análise econômico para o proprietário da residência	38
6.2. Custo de Implantação do Projeto Experimental	50
6.3 Viabilidade econômica para o Proprietário	54
6.4 Análise econômico para o Governo Federal	55
7. CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXO I.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Projeto da Tecnologia Básica Da Minicisterna.....	19
Figura 2 - Detalhe Filtro Auto-Limpante	20
Figura 3 - Detalhe Separador de Águas de Chuva.....	21
Figura 4 - Detalhe Bombonas com as Tubulações Horizontais Instaladas	22
Figura 5 - Detalhe da Torneira tipo Jardim	23
Figura 6 - Detalhe Redutor de Turbulência e Extravasor	24
Figura 7 - Detalhe Barreira Condutora	25
Figura 8 - Sugestão Para Tampa Da Minicisterna.....	26
Figura 9 - Detalhe do Tratamento por Tabletes de Cloro	27
Figura 10 - Detalhe do Suporte de Pedra Calcária.....	28
Figura 11 - Detalhe Dimensões Vaso Sanitário Com Caixa Acoplada ^[7]	29
Figura 12 - Esquema de Acionamento da Torneira de Boia ^[8]	30
Figura 13 - Detalhe da Bombona de 200 L e 20 L Respectivamente ^[9]	31
Figura 14 - Chuva acumulada Mensal em Florianópolis no ano de 2013.....	41
Figura 16 - Chuva acumulada Mensal em São Paulo no ano de 2013	42
Figura 15 - Chuva acumulada Mensal em Florianópolis no ano de 2013.....	42
Figura 17 - Chuva acumulada Mensal em Brasília no ano de 2013.	43
Figura 18 - Chuva acumulada Mensal em Belém no ano de 2013.....	43

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Área de Contribuição em Telhados.....	33
Equação 2 – Determinação da Vazão de Projeto.....	34
Equação 3 – Equação de Manning-Strickler.....	34
Equação 4 – Método de Rippler.....	44

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Capacidade dos condutores horizontais	36
Tabela 2 - Demanda de descarga por habitante ^[13]	38
Tabela 3 - Valor do m ³ de água.....	39
Tabela 4 - Valor do m ³ de água.....	40
Tabela 5 - Relação de habitantes por valor do m ³ de água por região	41
Tabela 6 - Análise financeira devido economia água em Brasília.	45
Tabela 7 - Análise financeira devido economia água em Florianópolis.....	46
Tabela 8 - Análise financeira devido economia água em Salvador.	47
Tabela 9 - Análise financeira devido economia água em Belém.....	48
Tabela 10 - Análise financeira devido economia água em São Paulo.....	49
Tabela 11 - Resumo da economia anual proporcionado pelo reuso pluvial	50
Tabela 12 - Orçamento do Sistema de Reuso Pluvial.....	51
Tabela 13 – Estimativa para Quitação do Sistema de Reuso Pluvial.....	54
Tabela 14 - Volume médio anual de água preservada no Brasil	55

ÍNDICE DE ABREVIações

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AGERSA.....	Agência Reguladora de Saneamento Básico do Estado da Bahia
CAESB.....	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
CASAN.....	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
COSANPA.....	Companhia de Saneamento do Pará
IBGE.....	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas
INMET.....	Instituto Nacional de Meteorologia
NBR	Norma Brasileira

OGU.....Orçamento Geral da União
PVC.....Policloreto de polivinila
SABESP.....Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SINAPI.....Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SNIS.....Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento

1. INTRODUÇÃO

A água vem se destacando com o passar das décadas como um recurso natural renovável fundamental para o desenvolvimento dos países e da qualidade de vida de toda uma população. Durante séculos, foi considerada como um recurso infinito, pois os povos acreditavam que esse recurso era uma generosidade da natureza. Atualmente, o assunto é tratado como preocupante por especialistas e autoridades no assunto.

A grande preocupação é o consumo cada vez maior desse recurso, denominado “crise da água”. A utilização descontrolada e o crescimento populacional podem levar ao esgotamento dessa matéria-prima primordial a vida.

Em países desenvolvidos, através de uma maior conscientização ecológica e pelo surgimento do valor econômico da água, uma das tendências é o tratamento simplificado da água para o reaproveitamento da mesma. Essa tecnologia surge como uma opção economicamente viável e ecologicamente correta, denominada “substituição de fontes”, que procura ao máximo reduzir o consumo das águas de mananciais e aproveita as águas de origem pluvial para atividades de uso de qualidade inferior.

No cenário brasileiro, devido o crescimento econômico da classe baixa, o Governo Federal vem buscando atender as necessidades básicas dessa parte da população, proporcionando moradia e infraestrutura. A solução encontrada pelo atual Governo foi a criação de programas como, por exemplo, “Minha Casa, Minha Vida”, cujo objetivo é facilitar a compra das casas populares. O planejamento adequado é fundamental para que o crescimento do consumo de água devido a urbanização das novas regiões e para que o abastecimento a essas novas famílias não se torne um problema futuro.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo elaborar um projeto experimental, com base nas tecnologias existentes de reuso de água pluvial, para as casas populares do programa “Minha casa, Minha vida”, realizando a análise do custo-benefício no âmbito econômico e ambiental para Governo Federal e o proprietário da residência.

2.2. Objetivo Específico

- Apresentar os conceitos e definições sobre os tratamentos simplificados e o reuso de água pluvial, sem esgotar o assunto;
- Propor uma solução técnica, baseando-se em tecnologias existentes de baixo custo, quanto ao reaproveitamento de águas pluviais para o programa “Minha Casa, Minha Vida”;
- Fazer uma análise do custo-benefício da implantação dessas tecnologias para o Governo Federal e proprietário, tanto no aspecto ambiental, quanto econômico.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Considerações Iniciais

3.1.1. Recursos Hídricos

O território brasileiro possui uma região coberta por água doce de 55.457 km², se destacando no cenário mundial pela grande capacidade em produção hídrica, cujo valor é de 177.900 m³/s. Apesar de possuir tanta água o país apresenta uma distribuição desigual, acarretando a escassez de água para boa parte da população. Os principais fatores para a má distribuição desse recurso são o crescimento desordenado dos meios urbanos e a grande diferença com relação aos fatores climáticos.

3.1.2. Desenvolvimento Sustentável

O Brasil caminha lentamente na direção da proposta de sustentabilidade já adotada nas maiores dos países desenvolvidos, principalmente no que se refere ao uso inteligente da água. Nesse sentido a Superintendência de Cobrança e Conservação (SCC) da Agência Nacional de águas inova ao:

“Pretender iniciar processos de gestão, a fim de fomentar e difundir as tecnologias de reuso e ao investigar formas de se estabelecerem bases políticas, legais e institucionais para o reuso de água nesse país” (DBT, 2005, apud TELLES; COSTA, 2010)^[1]

Especialistas na área de impactos ambientais, criaram um novo conceito denominado Desenvolvimento Sustentável, que se define em:

“Aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades. Em seu sentido mais amplo, a estratégia de desenvolvimento

sustentável visa promover a harmonia entre os seres humanos e entre a humanidade e a natureza.” (CETESB, 1989, apud TELLES; COSTA, 2010)

[2]

O estudo preliminar tem um importante papel para definir quais as tecnologias e sistemas operacionais serão executados, a fim de garantir que os objetivos ambientais e econômicos sejam atingidos.

3.2. Reuso de água

3.2.1. Objetivo do sistema de reuso de água

O objetivo de um sistema de reuso é buscar a remoção das impurezas e micro-organismos encontrados na água, atendendo um grau de qualidade da água baseada no seu uso. Para o consumo doméstico existe uma ligação direta entre o consumo da água e a qualidade da mesma, sendo definida via normas de potabilidade e regulamentação nacional. A fiscalização e cumprimento dessas normas envolve a preocupação com a saúde da população, devido à água conter impurezas e organismos patogênicos.

O reuso da água é uma tecnologia sustentável, que embora seja cada vez mais reconhecida como uma das opções mais inteligentes para a racionalização dos recursos hídricos, ainda depende de alguns fatores para sua implantação, como aceitação popular, aprovação do mercado e vontade política. Tais fatores devem ser resolvidos, sendo a vivência sustentável o único caminho para a continuidade do desenvolvimento humano.

3.2.2. Dificuldades do cenário brasileiro

Efetivamente, o que falta no Brasil é uma readequação do padrão cultural que agregue ética e melhor desempenho dos governos, da sociedade e das ações

públicas e privadas, promotoras do desenvolvimento econômico. Primeiramente, os poderes públicos federais deverão realizar investimentos para um gerenciamento eficiente, com controle e fiscalização das condições de uso da água. A participação das empresas de saneamento básico é fundamental, sendo necessário o fornecimento de água com qualidade garantida, coleta e tratamento adequado do esgoto, além de uma atuação harmônica, de outros setores responsáveis pelo ordenamento e controle das condições de uso e ocupação territorial. Por último e não menos importante vem a sociedade, que por sua vez, deve rever suas atitudes em relação ao abuso e desperdício dos recursos hídricos.

Com foco na perspectiva sustentável e buscando novas fontes que propiciem o uso da água de uma forma mais eficiente, os projetos de instalações sanitárias com reuso da águas para fins não potáveis, por preservar as águas de alta qualidade para atividades que toleram uma água de qualidade inferior, se torna uma das grandes soluções.

Em 1985, o Conselho Econômico e Social das Nações Unidas estabeleceu uma política de gestão para áreas carentes de recursos hídricos com base neste conceito : “A não ser que exista grande disponibilidade, nenhuma água de boa qualidade deve ser utilizada para usos que toleram águas de qualidade inferior.” (UNIAGUA, 2001 apud TELLES; COSTA, 2010)^[3].

3.2.3. Reuso de água pluvial

Uma tecnologia que vem se destacando nas ultimas décadas, é o aproveitamento da água da chuva, que apesar de simples, exige técnicas adequadas visando garantir a qualidade da água. A proposta do sistema de reuso pluvial é a captação, tratamento e reservação da água para seu posterior reuso, tendo como variante as condições pluviométricas e geográficas de cada região.

Em pesquisa da Universidade da Malásia, evidenciou-se que:

“Ao iniciar a chuva, somente os primeiros volumes de água carregam ácidos, microrganismos e outros poluentes atmosféricos, e, normalmente, com pouco tempo de precipitação, a chuva já adquire características de água destilada, que pode ser coletada em reservatórios fechados”. (UNIAGUA, 2005, apud TELLES; COSTA, 2010) ^[4].

Normalmente, a área de captação são os telhados, corretamente projetados para uma coleta eficiente, direcionando a água através de condutores a um reservatório com tratamento adequado. A primeira parcela da água deve ser descartada, assim o reservamento será apenas daquela água considerada "pura". A escolha do nível tecnológico para o tratamento dessa água esta diretamente ligada ao seu destino sendo um fator determinante o custo-benefício. O sistema de reuso de água deverá ser planejado de forma segura e funcional, minimizando seus custos de implantação e operação, para atingir o grau de eficiência desejado.

A filosofia do reaproveitamento no cenário brasileiro tem maior presença no reuso de água para fins não potáveis, devido a viabilidade técnico-econômica vantajosa. Tratando-se de um projeto experimental voltado para casas populares, as tecnologias e os métodos utilizados serão simplificados, garantindo que a relação do custo de implantação do sistema de reuso seja apenas uma pequena parcela do valor total da casa. De acordo com o emprego adotado devem ser tomados certos cuidados para garantir que o controle da qualidade da água não seja afetado, principalmente em casos que envolvam o contato direto do usuário, como jardinagem, descargas sanitárias, lavagens de carro, etc.

4. METODOLOGIA DE TRABALHO

Este capítulo detalha quais serão os procedimentos de execução e análise em cada etapa da presente pesquisa. Por se tratar de uma residência popular, a utilização de tecnologias complexas e de alto custo inviabiliza o projeto devido ao alto custo para implantação das mesmas, por isso, a escolha pelas tecnologias existentes de baixo custo.

Segundo divulga o IBGE, o déficit habitacional brasileiro é concentrado nas camadas mais pobres da população. Para esta faixa de renda, praticamente a única alternativa é a busca de fontes de recursos não onerosos, como é o caso do OGU – Orçamento Geral da União – que envolve a Caixa Econômica Federal como grande repassadora desses recursos na área de Desenvolvimento Urbano.

O foco principal é reduzir o consumo de uma água considerada “nobre” para serviços que podem ser realizados com uma água de menor qualidade, trazendo um benefício financeiro tanto para as distribuidoras quanto para o proprietário.

Após análise de algumas tecnologias disponíveis no mercado, foi elaborado um projeto experimental de reuso de águas pluviais com base no “Projeto Padrão – Casas Populares de 42 m²”^[5]. O modelo proposto é composto pelas etapas de captação, reservação, tratamento das águas da chuva e alimentação. Sendo projetado para alimentar uma torneira externa e o vaso sanitário da residência

4.1. Tecnologia de reuso da águas pluviais

Através de uma pesquisa das tecnologias para o reuso de águas pluviais definiu-se o projeto da tecnologia básica da mini cisterna, elaborado pela empresa SEMPRE SUSTENTAVEL^[6] como a tecnologia-base para a elaboração do projeto experimental proposto. Adotou-se esse método de reuso, pela sua praticidade e sua compatibilidade com a estrutura, sendo necessário apenas instalar calhas coletoras tipo beiral no telhado para direcionar toda água captada para a mini cisterna. A figura 1 detalha o esquema completo do projeto da tecnologia básica da mini cisterna.

Figura 1 - Projeto da Tecnologia Básica Da Minicisterna



(Fonte : SEMPRESUSTENTAVEL, 2013)

4.1.1. Filtro de água de Chuva de baixo custo - Modelo Auto-Limpante

Este filtro foi desenvolvido para ser instalado exatamente após a tubulação de descida d'água da calha no telhado. Ele é elaborado com um tubo de 75mm, servindo para casa com telhado de até 50m². Conforme a figura 2, a disposição dos componentes do filtro vai reter e eliminar as sujeiras mais grossas como folhas secas de árvores, pequenos insetos, penas de pássaros, fezes de animais, etc. A montagem desse tubo é realizada em dois pedaços de tubo PVC, encaixados com uma tela mosquiteiro entre os dois tubos, inclinada aproximadamente 45°, e uma abertura lateral para eliminação de resíduos. As sujeiras mais finas passarão pela tela e serão encaminhadas para a segunda etapa do processo, definida como “Separador de Águas”

Figura 2 - Detalhe Filtro Auto-Limpante

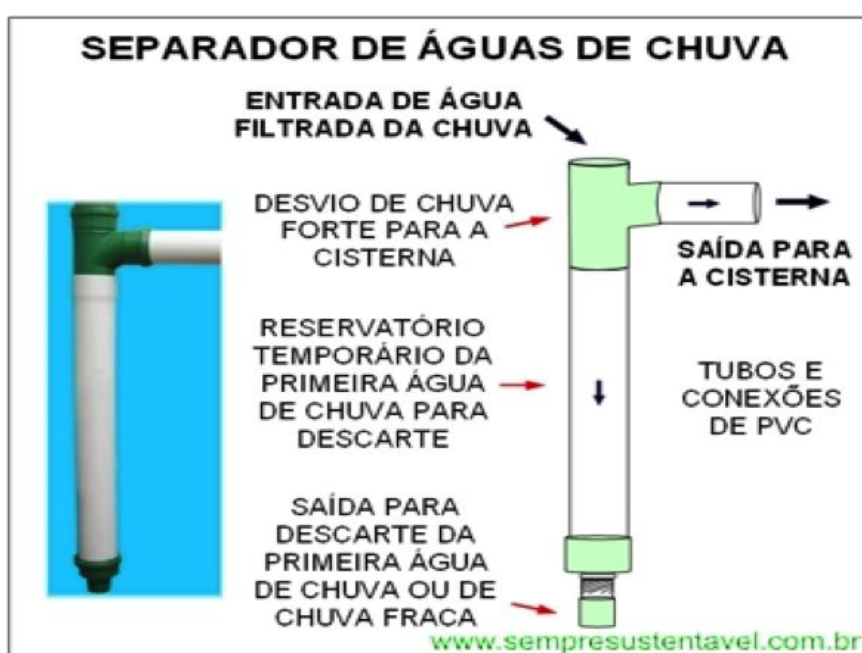


(Fonte : SEMPRESUSTENTAVEL, 2013)

4.1.2. Separador de águas da chuva - Modelo com fundo roscável

O separador de águas da chuva, ilustrado na figura 3, possui como principal função separar e descartar os primeiros litros coletados de chuva fortes que fazem a lavagem da atmosfera, telhados, calhas e tubulações.

Figura 3 - Detalhe Separador de Águas de Chuva



(Fonte : SEMPRESUSTENTAVEL, 2013)

O separador de Águas de Chuva é dividido em três partes, sendo um reservatório temporário para descarte da primeira água de chuva forte ou das águas de chuvas fracas, saída para descarte da primeira água captada e desvio da água da chuva forte para a cisterna. Seu funcionamento é bem simples, sendo de início o tubo de reservatório temporário estará vazio. Com o início da chuva, a primeira água captada sairá pelo descarte através de um pequeno furo na ponta do separador, depois, nas chuvas fortes, o volume de água captado será maior que a vazão de saída pelo furo, começando a encher o reservatório temporário.

Assim que atingir sua capacidade máxima a água será encaminhada pelo “T”, indo direto para a minicisterna.

4.1.3. Construção e instalação da Minicisterna

Primeiramente, foi definido a altura do suporte executado em alvenaria para a minicisterna de 1,00 metro de altura e com uma área de 1,00 por 2,00 metros , possibilitando a alimentação do vaso sanitário por gravidade, além do posicionamento de uma torneira instalada na lateral para a realização das lavagens de piso e jardins. Quanto à sua localização, será ao lado do tanque de lavar roupa na parte externa da casa, por ficar próximo do condutor vertical e ser de fácil acesso.

Para o reservamento de água optou-se pela sugestão da empresa Sempre Sustentável, utilizando bombonas de plástico, conforme detalha a figura 4.

Figura 4 - Detalhe Bombonas com as Tubulações Horizontais Instaladas



(Fonte : SEMPRESUSTENTAVEL, 2013)

A bombona deverá ser furada em dois pontos abaixo do anel superior, sendo um para entrada e um para saída da água. Esses furos devem ser alinhados em relação à direção e com um desnível de 1 centímetro na vertical do buraco de entrada para o buraco de saída, afim de garantir que o fluxo de água sempre seja no sentido do reservatório, garantindo que não haja o refluxo dessa água. O posicionamento e instalação da torneira será igual ilustrado na figura 5, locado na lateral da bombona, do tipo jardim de ½”, com rosca na ponta para conectar uma mangueira, caso haja a necessidade.

Sempre é importante identificar que a água proveniente da torneira instalada na bombona não é potável, podendo ser através de adesivos ou algum tipo de sinalização.

Figura 5 - Detalhe da Torneira tipo Jardim



(Fonte : SEMPRESUSTENTAVEL, 2013)

4.1.4. Peças internas da Minicisterna

O primeiro conjunto de peças internas da minicisterna é o redutor de turbulência, composto por um “T” de 75 milímetros, um pedaço de tubo de 75 milímetros e dos joelhos com 90° de 75 milímetros que tem como papel evitar que a água da chuva que chega na minicisterna crie muita turbulência revolvendo toda a sujeira sedimentada no fundo. Na sequência, é necessário a abertura de um buraco com 05 centímetros de largura e 15 centímetros de comprimento, com função de dar vazão a água da superfície, levando junto com essa água qualquer acumulo de sujeira que fique boiando, como por exemplos alguns tipos de poeiras. A execução deve ser conforme a figura 6.

Figura 6 - Detalhe Redutor de Turbulência e Extravasor



(Fonte : SEMPRESUSTENTAVEL, 2013)

No interior do tubo que tem função de ladrão é necessário a criação de uma barreira com função de forçar que a água da chuva desça pelo redutor de turbulência e depois saia pelo extravasor. Para isso é necessário que se cole uma peça de PVC em formato de meia lua de aproximadamente 1,5 centímetro de altura, caso seja necessário reforçar a barreira com durepox. A figura 7, demonstra como deve ficar a disposição da barreira condutora.

Figura 7 - Detalhe Barreira Condutora



(Fonte : SEMPRESUSTENTAVEL, 2013)

Do lado de fora da bombona, em casos onde o volume pluviométrico é maior do que a demanda e capacidade de reservação da água da chuva, pode-se adaptar o projeto inicial utilizando a tubulação de saída como conector para uma nova bombona, ou em casos onde não há a necessidade de uma reservação tão volumosa, executar apenas uma tubulação para liberar a água próximo a ponto de escoamento de água servida.

4.1.5. Sugestões para a tampa da Minicisterna

Como sempre há uma preocupação com o morador e a saúde pública, a proliferação de doenças devido a água parada é sempre um foco. No intuito da prevenção contra o mosquito da dengue e outros transmissores, a tampa da minicisterna poderá ter uma pequena cobertura verde, ou seja, seguindo o padrão demonstrado na figura 8, deverá ter na primeira camada, uma manta bidim (própria para vasos de plantas), a segunda camada de terra adubada e na terceira camada a presença plantas resistentes a grandes variações climáticas, como por exemplo, alguns tipos de cactos.

Figura 8 - Sugestão Para Tampa Da Minicisterna



(Fonte : SEMPRESUSTENTAVEL, 2013)

4.2. Tratamento da água na Mini cisterna

A água reservada na minicisterna não é uma água potável, mas provavelmente terá o contato com o ser humano, como por exemplo para irrigação de jardins, por isso é necessário termos alguns cuidados na desinfecção e correção do pH dessa água. A desinfecção será feita por um pequeno tablete de cloro, toda vez que entrar água nova na minicisterna. Deve-se colocar esses tabletes dentro de um pote com alguns furos, amarrado com linha de nylon a um plug de 50 milímetros instalado próximo a boca da minicisterna, em um nível acima do furo de saída do ladrão. A figura 9, ilustra como será feito essa desinfecção.

Figura 9 - Detalhe do Tratamento por Tabletes de Cloro



(Fonte : SEMPRESUSTENTAVEL, 2013)

Em relação à correção do pH da água da chuva, deve-se considerar que as águas das chuvas são de aspecto ácido, sendo necessário balancear seu pH (torná-la neutra), com o intuito de prevenir que essa acidez não agrida os pisos, pias, azulejos, cerâmicas, louças, etc. A empresa Sempre Sustentável sugere o uso de um sistema que utiliza como principal elemento a pedra de calcária com Cal e cimento. A elaboração dessa pedra se dá usando três porções de cal e uma de cimento dentro de um molde e misturando-as bem na presença de água. Após a formação de uma pasta, você deve introduzir um suporte para que se consiga amarrar um fio de nylon, conforme ilustração da figura 10.

Figura 10 - Detalhe do Suporte de Pedra Calcária

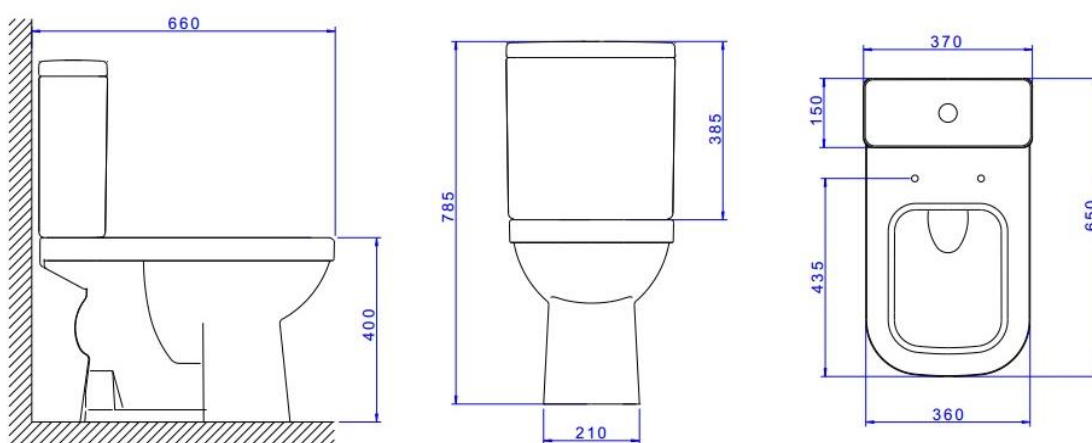


(Fonte : SEMPRESUSTENTAVEL, 2013)

4.3. Adaptações da tecnologia de reuso de água pluvial para casas populares

A seguir, serão apresentados todas as adaptações no projeto da mini cisterna, iniciando na captação e concluindo no reuso das águas pluviais. Primeiramente, houve a necessidade de substituir o vaso sanitário existente por um vaso sanitário com caixa acoplada, tendo em vista o menor consumo de água quando acionada a descarga. Outro fator para escolha, é o posicionamento da caixa acoplada, facilitando que a água pluvial reservada abasteça o vaso sanitário. Para representação do vaso no projeto foram consideradas as dimensões conforme figura 11.

Figura 11 - Detalhe Dimensões Vaso Sanitário Com Caixa Acoplada ^[7]

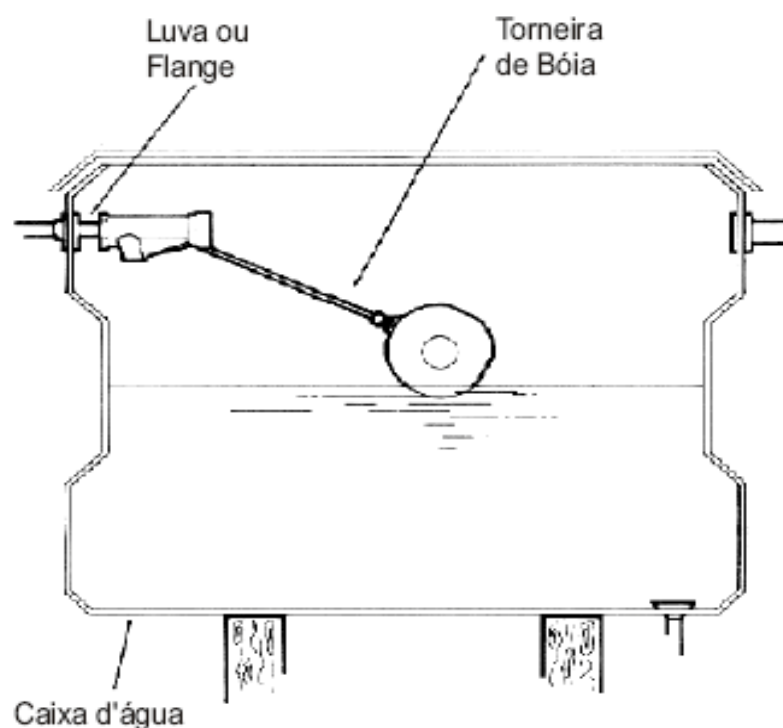


(Fonte : DECA, 2014)

Para controlar a vazão de água que alimenta o vaso sanitário, foi criado um reservatório secundário, composto duas tubulações de alimentação com o sistema de torneira-boia e uma tubulação de saída, conforme esquema detalhado em projeto.

O sistema torneira-boia, foi implantado para garantir que, com a falta de água pluvial fornecida pelas bombonas, automaticamente a caixa acoplada do vaso sanitário seja alimentada com água potável, proveniente da caixa d'água principal da residência, de acordo com esquema ilustrado na figura 12.

Figura 12 - Esquema de Acionamento da Torneira de Boia ^[8]



(Fonte : FAZFACIL, 2014)

Visando uma maior eficiência no armazenamento e capacidade do sistema, o projeto do reservatório de água pluvial foi elaborado com a utilização de duas bombonas com a capacidade de 200 litros, altura de 0,89 m e diâmetro de 58,5 cm. O reservatório secundário foi projetado com apenas uma bombona menor com as características de capacidade igual a 20 litros, altura de 58 cm e diâmetro de 34 cm.

Com isso a capacidade total do sistema será tecnicamente de 420 Litros, sendo distribuídos entre a descarga sanitária e a torneira embutida para a lavagem dos pisos e irrigação dos jardins. As bombonas do reservatório principal e secundário estão respectivamente ilustrados na figura 13.

Figura 13 - Detalhe da Bombona de 200 L e 20 L Respectivamente ^[9]



(Fonte : MEGAMBIENTAL, 2014)

4.4. Projeto experimental com a disposição das instalações de reuso

O projeto experimental contempla a projeção do sistema de reuso de água pluvial com a planta baixa, planta do telhado, cortes e vistas, detalhando as adaptações necessárias realizadas em uma casa popular, projetada de acordo com os valores obtidos nos projetos do caderno Casas Populares de 42 m²^[5]. As plantas do projeto experimental encontram-se no “Anexo I” e foram elaboradas em AUTOCAD 2D proporcionando uma melhor compreensão da disposição geral dos elementos do sistema de minicisternas. O dimensionamento da tubulação e calhas está detalhado no Memorial de calculo.

5. MEMORIAL DE CÁLCULO

Conforme apresentado na metodologia, o memorial a seguir relata os cálculos necessários para determinação das dimensões de um sistema de reuso para uma casa popular. De acordo com as medidas obtidas nos projetos do caderno Casas Populares de 42 m², o telhado possui uma área de contribuição inferior a 100m², então, a norma NBR 10844 - Instalações Prediais de Águas Pluviais, permite que, para efeitos de cálculo, adote-se um valor mínimo para a intensidade pluviométrica, sendo assim, apesar da grande variabilidade sazonal no Brasil, o dimensionamento do sistema de reuso de águas pluviais para casas popular pode ser padronizado. As equações necessárias para realização do projeto, estão de acordo com apostila Instalações Prediais de Águas Pluviais do Prof. e PhD Enedir Ghisi ^[10]

5.1. Calhas Coletoras

Por se tratar de um projeto experimental de reuso de água pluvial, a execução das calhas coletoras foram projetados conforme parâmetros encontrados na NBR 10844 - Instalações Prediais de Águas Pluviais ^[11]. A escolha do formato se baseou no formato dos telhados existente nas casas populares, sendo as calhas do tipo beiral, uma opção eficaz para a coleta dessa água precipitada e os materiais utilizados para a execução das calhas o PVC rígido atende os padrões estabelecidos pela Norma de Instalações Prediais de Águas Pluviais.

5.1.1. Fatores Meteorológicos

Para determinar os fatores pluviométricos e assim definir as dimensões de projeto, deve ser fixado alguns parâmetros como a duração da precipitação e o período de retorno, variando de região para região. A duração da precipitação é

fixada em 5 minutos e o período de retorno para coberturas e/ou terraços é de 5 anos, ambos parâmetros são definidos pela NBR 10844.

5.1.2. Área de Contribuição

O telhado de uma casa popular se caracteriza por duas superfícies plana inclinada. Para melhor disposição do sistema de reuso de água, apenas um dos caimentos do telhado foi adaptado. Seu valor é pela equação 1:

$$A = \left(a + \frac{h}{2}\right) * b$$

onde:

A - área de contribuição;

a - metade da largura total do telhado;

h - altura do telhado;

b - comprimento do telhado.

Assumiu-se os valores para o dimensionamento do projeto experimental para casas populares, baseado nos números de referência do caderno técnico de Casas Populares de 42 m²:

a = 1,82 metros

h = 1,39 metros

b = 7,99 metros

Obtém-se a Área de contribuição (A) = **30,92 m²**.

5.1.3. Vazão de projeto

A vazão de projeto é determinada pela equação 2:

$$Q = \frac{I * A}{60}$$

onde:

Q - vazão de projeto (l/min.);

I – 150 mm/h (intensidade de precipitação)(mm/h);

A - 30,92 (Área de Contribuição) (m²).

5.1.4. Dimensionamento das calhas coletoras

De acordo com a NBR 10844, em áreas de coleta inferior a 100m², adota-se 150 mm/h para a intensidade de precipitação (I), por esta razão este foi o valor adotado para efeitos de cálculos. Deste modo, a vazão de projeto foi determinada em **77,3 l/min.** Assim, através da formula de Manning-Strickler, representada na equação 3, podemos definir a dimensão das calhas.

$$Q = \frac{K * S * \sqrt[3]{Rh^2} * \sqrt{i}}{n}$$

onde:

$Q = 77,3$ vazão da calha (l/min);

$S = 30,92$ (área molhada (m²));

R_h = raio hidráulico calha semi-circular = raio/2 (m);

$i = 1\%$ (declividade da calha (m/m));

$n = 0,011$ (coeficiente de rugosidade do plástico);

$K = 60000$ (coeficiente para transformar a vazão em m³/s para l/min).

Através da formula, o diâmetro determinado para o dimensionamento das calhas semicirculares é de **125 mm**, por atender todos os requisitos, ser de fácil acesso no mercado e ter uma “folga” considerável na capacidade de escoamento, para locais onde o índice pluviométrico seja a cima da média, o sistema se torne mais eficiente que o previsto em projeto.

5.2. Condutores Verticais

Como mencionado anteriormente, os condutores verticais serão dimensionados de acordo com o mínimo estipulado pela NBR 10844, sendo o diâmetro de **75 mm**, pelo fato do telhado ser uma pequena área de contribuição (menor que 50 m²).

5.3. Condutores Horizontais

Já para os condutores horizontais , considerando a lâmina d'água sendo de 2/3 do diâmetro, declividade de 1% e sua seção circular, conforme a Tabela 1 a opção por uma tubulação de **75 mm**, que através da formula de Manning-Strickler, determina uma vazão de 133 litros por minuto, atendendo a demanda do sistema.

Tabela 1 - Capacidade dos condutores horizontais

Capacidade dos condutores horizontais de seção circular (vazões em l/min).				
Diâmetro interno (D) (mm)	n = 0,011 (PVC)			
	0,50%	1%	2%	4%
1	2	3	4	5
50	32	45	64	90
75	95	133	188	267
100	204	287	405	575
125	370	521	735	1040
150	602	847	1190	1690
200	1300	1820	2570	3650
250	2350	3310	4660	6620
300	3820	5380	7590	10800

Fonte : (GHISI, 2005)

5.4. Sistema de Reservatórios e Distribuição

O sistema de reservatórios de água pluvial é composto por dois elementos, sendo um principal e um secundário. O reservatório principal é o responsável por receber a água captada pelas calhas coletoras instaladas no telhado, e através de duas mini cisternas, com capacidade total de 400 litros. Após o início do abastecimento através de uma tubulação flexível, inicia-se a alimentação do reservatório secundário.

Neste segundo momento, a capacidade de armazenamento é reduzida para apenas 20 litros. A água que alimentará o reservatório secundário poderá ser feita de duas maneiras, sendo através da fonte proveniente das águas pluviais reservadas nas bombonas ou a entrada proveniente da caixa d'água. Deve ser instalado um sistema de uma luva e uma torneira-boia na entrada de água. A operação da torneira-boia será acionada na falta de água pluvial, alimentando o reservatório secundário com água distribuída pela caixa d'água residencial. Assim, mesmo na ausência de água do reservatório principal, o reservatório será alimentado. Além de sua pequena capacidade, permitir um controle da vazão , evitando transbordamento da caixa acoplada.

Por fim, adotou-se para o dimensionamento da tubulação de saída do reservatório secundário, o mesmo valor de referencia utilizada no caderno técnico Casas Populares de 42 m² de diâmetro igual a 25 mm.

6. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo será abordado a análise do custo-benefício do projeto experimental, baseado no orçamento e tempo de retorno do investimento.

6.1. Análise econômico para o proprietário da residência

Para a elaboração dos cálculos a seguir, considerou-se que o vaso sanitário com caixa acoplada consuma um valor fixo de seis litros por descarga, normatizado pela NBR 15097 – Aparelho sanitário de material cerâmico^[12] e conforme proposto por TOMAZ (2000), adota-se a frequência de cinco descargas por habitante/dia. A Tabela 2 descreve a demanda diária e mensal do consumo de água nos vasos sanitários de uma casa popular para 3, 4 e 5 habitantes.

Tabela 2 - Demanda de descarga por habitante^[13]

Número de habitantes	Demanda diária (m3)	Demanda mensal (m3)
3	0,09	2,7
4	0,12	3,6
5	0,15	4,5

Fonte: (TOMAZ, 2000)

Assim, baseando-se nos dados levantados pelo Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento - SNIS ^[14], onde no Brasil o consumo médio diário por pessoa é de aproximadamente 0,159 m3, o gasto com água em descarga dos vasos sanitários se aproxima dos 19% da demanda total de água potável por habitante.

Considerando o reservatório pluvial com sua capacidade máxima de 420 litros, a caixa acoplada do vaso sanitário poderá ser alimentada em torno de 65

vezes. Deste modo, em regiões onde há um período chuvoso com precipitações de intensidade suficiente para o armazenamento do volume total do reservatório em intervalos de três dias para famílias com 5 pessoas e quatro dias para famílias com 3 e 4 pessoas, os moradores da residência economizarão entono de 100% de toda a água necessária para a descarga sanitária.

Para o desenvolvimento dos cálculos, adotou-se para o metro cúbico de água, os valores fornecidos pelas distribuidoras de água tratada dos principais estados de cada região brasileira. Sendo elas, CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal^[15], SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo^[16], AGERSA – Agencia Reguladora de Saneamento Básico do Estado da Bahia^[17], CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento^[18] e COSANPA – Companhia de Saneamento do Pará^[19]. A Tabela 3 e 4 apresentam os valores de acordo com a faixa de consumo de cada residência.

Tabela 3 - Valor do m³ de água (BA, DF, PA)

RESIDENCIAL POPULAR			RESIDENCIAL POPULAR			RESIDENCIAL POPULAR		
AGERSA - BA			CAESB - DF			COSANPA - PA		
Faixa m3	Vol. Faixa	Tarifa de água (R\$)	Faixa m3	Vol. Faixa	Tarifa de água (R\$)	Faixa m3	Vol. Faixa	Tarifa de água (R\$)
1) 0 a 10	10	9,40/mês	1) 0 a 10	10	1,66/m3	1) 0 a 10	10	1,40/m3
2) 11 a 15	5	4,12/m3	2) 11 a 15	5	3,11/m3	2) 11 a 20	10	2,00/m3
3) 16 a 20	5	4,48/m3	3) 16 a 25	10	4,07/m3	3) 21 a 30	10	2,68/m3
4) 21 a 25	5	6,69/m3	4) 26 a 35	10	7,78/m3	4) 31 a 40	10	3,02/m3
5) 26 a 30	5	7,46/m3	5) 36 a 50	15	9,39/m3	5) 41 a 50	10	4,18/m3
6) 31 a 40	10	8,25/m3	6) > 50	-	10,28/m3	6) > 50	-	5,43/m3

Fonte : (AGERSA; CAESB; COSANPA, 2014)

Tabela 4 - Valor do m³ de água (SP, SC)

RESIDENCIAL POPULAR			RESIDENCIAL POPULAR		
SABESP - SP			CASAN - SC		
Faixa m3	Vol. Faixa	Tarifa de água (R\$)	Faixa m3	Vol. Faixa	Tarifa de água (R\$)
1) 0 a 10	10	5,70/mês	1) 0 a 10	10	6,01/mês
2) 11 a 20	10	0,99/m3	2) 11 a 25	15	1,68/m3
3) 21 a 30	10	3,48/m3	3) 26 a 50	25	8,09/m3
4) 31 a 50	20	4,97/m3	4) > 50	-	9,87/m3
5) > 50	-	5,49/m3	-	-	-

Fonte : (SABESP; CASAN, 2014)

Com base nos valores estipulados a cada faixa, e novamente utilizando como referência o consumo médio diário por pessoa de 0,159 m³, as famílias formadas por 3 pessoas mensalmente gastam cerca de 14,31 m³ de água potável, com 4 pessoas o consumo de água é de 19,08 m³ e com 5 integrantes a demanda mensal se aproxima de 23,85 m³.

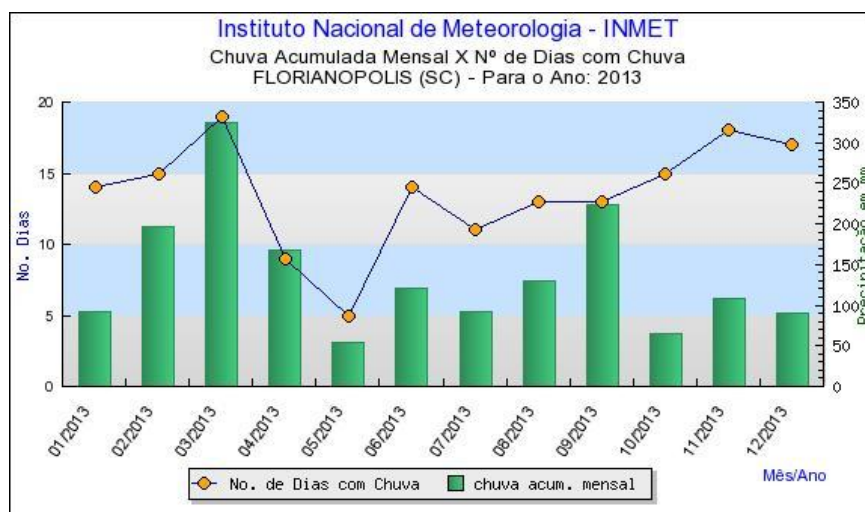
Com esses volumes estabelecidos, criou-se a Tabela 5 com os valores do metro cúbico de água potável, separado por estado para famílias de 3 a 5 pessoas o valor do metro cúbico de água potável.

Tabela 5 - Relação de habitantes por valor do m³ de água por região

Número de Pessoas por Família	Consumo Médio Diário (m ³)	Consumo Médio Mensal (m ³)	Valor Unitário do Metro Cúbico (R\$)				
			AGERS A	CAES B	COSANP A	SABES P	CASA N
3	0,48	14,31	4,12	3,11	2,00	0,99	1,68
4	0,64	19,08	4,48	4,07	2,00	0,99	1,68
5	0,80	23,85	6,69	4,07	2,68	3,48	1,68

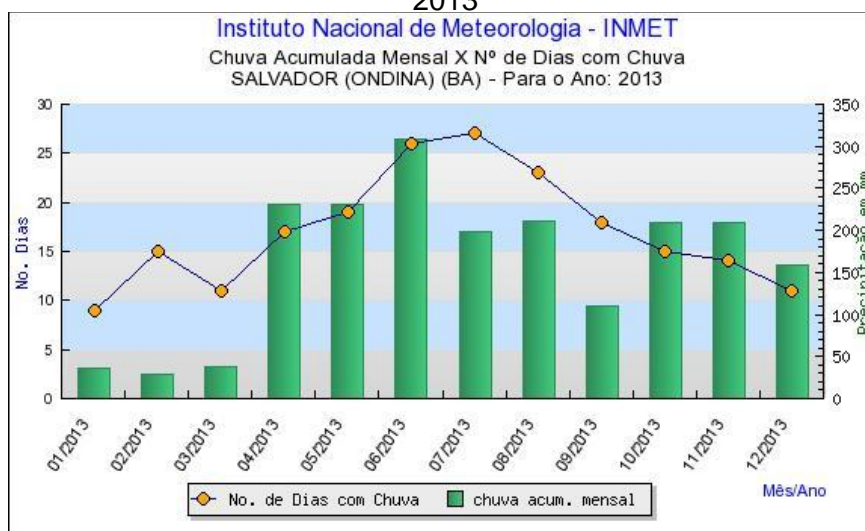
Estabelecido os valores do metro cúbico de água para cada padrão de família os parâmetros pluviométricos para a realização dos cálculos serão adotados, conforme as informações oferecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET^[20], com base nos dados, obtidos no ano de 2013, das principais estações de coleta de cada estado escolhido. Os gráficos representados nas figuras 14 à 18, demonstram a relação do número de dias com chuva e a intensidade de precipitação pelos meses do ano de 2013.

Figura 14 - Chuva acumulada Mensal em Florianópolis no ano de 2013



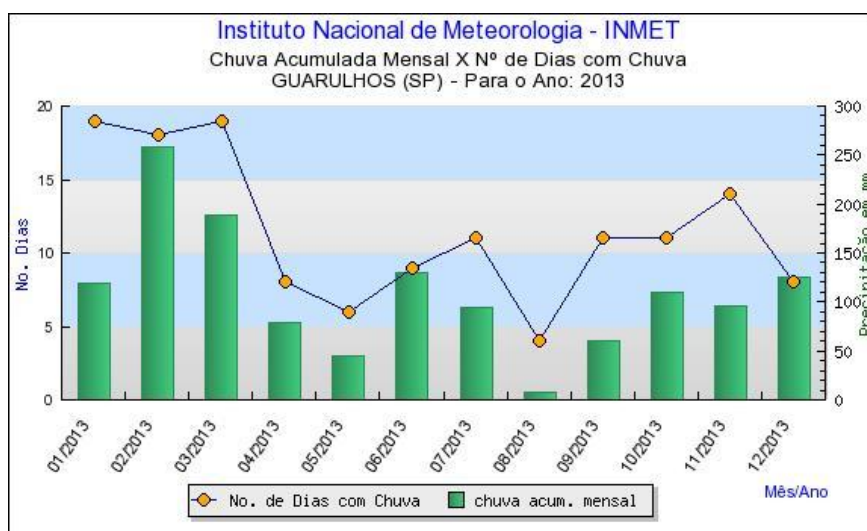
Fonte : (INMET, 2013)

Figura 15 - Chuva acumulada Mensal em Florianópolis no ano de 2013



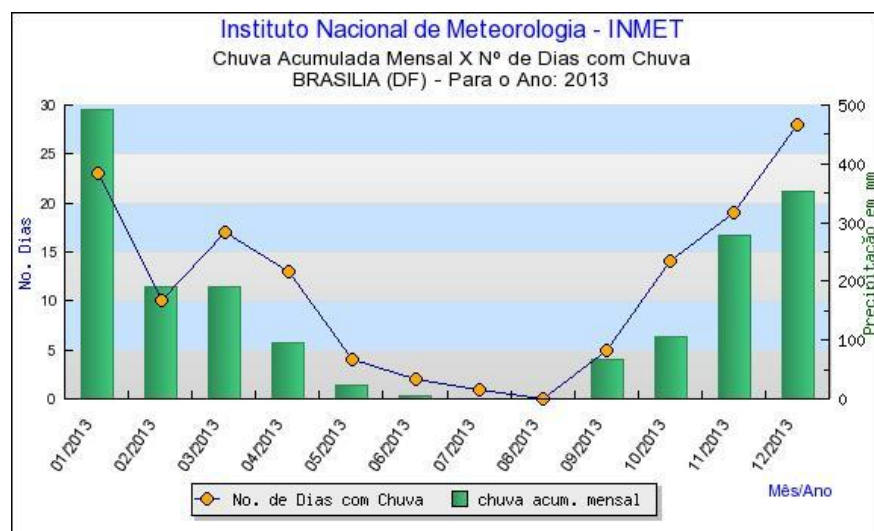
Fonte : (INMET, 2013)

Figura 16 - Chuva acumulada Mensal em São Paulo no ano de 2013



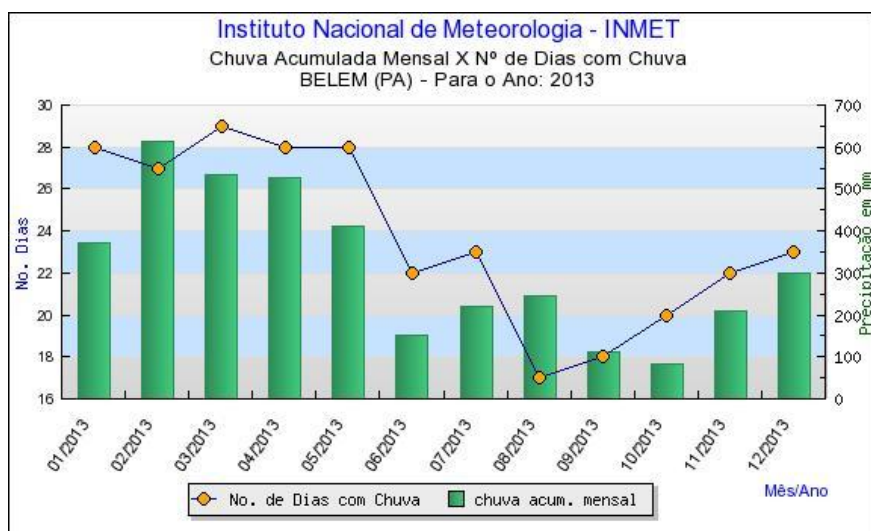
Fonte : (INMET, 2013)

Figura 17 - Chuva acumulada Mensal em Brasília no ano de 2013.



Fonte : (INMET, 2013)

Figura 18 - Chuva acumulada Mensal em Belém no ano de 2013.



Fonte : (INMET, 2013)

Através das informações contidas nos gráficos, pode-se quantificar os volumes pluviométricos nas regiões em análise no ano de 2013. Os cálculos para determinar a captação de água pluvial está diretamente ligado a intensidade de precipitação por mês, considerou-se então o método de Rippler ^[21] para calcular o volume de água aproveitável da chuva por mês, conforme equação 4:

$$Q(t) = C * I(t) * A$$

onde :

$Q(t)$ = Volume de chuva aproveitável por mês

$C = 0,8$ (Coeficiente de escoamento superficial)

$I(t)$ = Precipitação da chuva por mês

$A = 30,92$ (Área de Contribuição)

As tabelas 6 à 10 contemplam a análise financeira dos valores anuais economizados por famílias em suas respectivas regiões, compostas de 3 à 5 pessoas , devido a economia da água potável em descargas sanitária .

Tabela 6 - Análise financeira devido economia água em Brasília.

BRASILIA - DF									
Ano 2013 Mês	Precipitação (mm)	Volume de Chuva Aproveitável (L/Mês)	Razão entre volume aproveitável e capacidade do reservatório	Economia de água em descargas :			Economia por mês (R\$) :		
				3 pessoas	4 pessoas	5 pessoas	3 pessoas	4 pessoas	5 pessoas
Janeiro	500	12368	29,45	100,00%	100,00%	100,00%	8,40	14,65	18,32
Fevereiro	200	4947,2	11,78	100,00%	100,00%	100,00%	8,40	14,65	18,32
Março	200	4947,2	11,78	100,00%	100,00%	100,00%	8,40	14,65	18,32
Abril	100	2473,6	5,89	91,61%	68,71%	54,97%	7,69	10,07	10,07
Mai	25	618,4	1,47	22,90%	17,18%	13,74%	1,92	2,52	2,52
Junho	5	123,68	0,29	4,58%	3,44%	2,75%	0,38	0,50	0,50
Julho	0	0	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00	0,00	0,00
Agosto	0	0	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00	0,00	0,00
Setembro	75	1855,2	4,42	68,71%	51,53%	41,23%	5,77	7,55	7,55
Outubro	100	2473,6	5,89	91,61%	68,71%	54,97%	7,69	10,07	10,07
Novembro	275	6802,4	16,20	100,00%	100,00%	100,00%	8,40	14,65	18,32
Dezembro	350	8657,6	20,61	100,00%	100,00%	100,00%	8,40	14,65	18,32
Total Anual:							R\$ 65,45	R\$ 103,97	R\$ 122,28

Consumo Mensal de descarga sanitária (L)		
3 habitantes	4 habitantes	5 habitantes
2700	3600	4500
Valor do m3 de água potável (R\$):		
3 habitantes	4 habitantes	5 habitantes
R\$ 3,11	R\$ 4,07	R\$ 4,07
Coef. De Escoamento		0,8
Área de Contribuição (m2)		30,92
Capacidade do Reservatório (L)		420

Tabela 7 - Análise financeira devido economia água em Florianópolis.

FLORIANÓPOLIS - SC									
Ano 2014 Mês	Precipitação (mm)	Volume de Chuva Aproveitável (L/Mês)	Razão entre volume aproveitável e capacidade do reservatório	Economia de água em descargas :			Economia por mês (R\$) :		
				3 pessoas	4 pessoas	5 pessoas	3 pessoas	4 pessoas	5 pessoas
Janeiro	100	2473,6	5,89	91,61%	68,71%	54,97%	4,16	4,16	4,16
Fevereiro	225	5565,6	13,25	100,00%	100,00%	100,00%	4,54	6,05	7,56
Março	325	8039,2	19,14	100,00%	100,00%	100,00%	4,54	6,05	7,56
Abril	175	4328,8	10,31	100,00%	100,00%	96,20%	4,54	6,05	7,27
Mai	50	1236,8	2,94	45,81%	34,36%	27,48%	2,08	2,08	2,08
Junho	125	3092	7,36	100,00%	85,89%	68,71%	4,54	5,19	5,19
Julho	100	2473,6	5,89	91,61%	68,71%	54,97%	4,16	4,16	4,16
Agosto	125	3092	7,36	100,00%	85,89%	68,71%	4,54	5,19	5,19
Setembro	225	5565,6	13,25	100,00%	100,00%	100,00%	4,54	6,05	7,56
Outubro	75	1855,2	4,42	68,71%	51,53%	41,23%	3,12	3,12	3,12
Novembro	125	3092	7,36	100,00%	85,89%	68,71%	4,54	5,19	5,19
Dezembro	100	2473,6	5,89	91,61%	68,71%	54,97%	4,16	4,16	4,16
Total Anual:							R\$ 49,41	R\$ 57,44	R\$ 63,20

Consumo Mensal de descarga sanitária (L)		
3 habitantes	4 habitantes	5 habitantes
2700	3600	4500
Valor do m3 de água potável (R\$):		
3 habitantes	4 habitantes	5 habitantes
R\$ 1,68	R\$ 1,68	R\$ 1,68
Coef. De Escoamento		0,8
Área de Contribuição (m2)		30,92
Capacidade do Reservatório (L)		420

Tabela 8 - Análise financeira devido economia água em Salvador.

SALVADOR - BA									
Ano 2014 Mês	Precipitação (mm)	Volume de Chuva Aproveitável (L/Mês)	Razão entre volume aproveitável e capacidade do reservatório	Economia de água em descargas :			Economia por mês (R\$) :		
				3 pessoas	4 pessoas	5 pessoas	3 pessoas	4 pessoas	5 pessoas
Janeiro	50	1236,8	2,94	45,81%	34,36%	27,48%	5,10	5,54	8,27
Fevereiro	50	1236,8	2,94	45,81%	34,36%	27,48%	5,10	5,54	8,27
Março	50	1236,8	2,94	45,81%	34,36%	27,48%	5,10	5,54	8,27
Abril	225	5565,6	13,25	100,00%	100,00%	100,00%	11,12	16,13	30,11
Mai	225	5565,6	13,25	100,00%	100,00%	100,00%	11,12	16,13	30,11
Junho	300	7420,8	17,67	100,00%	100,00%	100,00%	11,12	16,13	30,11
Julho	200	4947,2	11,78	100,00%	100,00%	100,00%	11,12	16,13	30,11
Agosto	200	4947,2	11,78	100,00%	100,00%	100,00%	11,12	16,13	30,11
Setembro	100	2473,6	5,89	91,61%	68,71%	54,97%	10,19	11,08	16,55
Outubro	225	5565,6	13,25	100,00%	100,00%	100,00%	11,12	16,13	30,11
Novembro	225	5565,6	13,25	100,00%	100,00%	100,00%	11,12	16,13	30,11
Dezembro	150	3710,4	8,83	100,00%	100,00%	82,45%	11,12	16,13	24,82
Total Anual:							R\$ 114,47	R\$ 156,73	R\$ 276,93

Consumo Mensal de descarga sanitária (L)		
3 habitantes	4 habitantes	5 habitantes
2700	3600	4500
Valor do m3 de água potável (R\$):		
3 habitantes	4 habitantes	5 habitantes
R\$ 4,12	R\$ 4,48	R\$ 6,69
Coef. De Escoamento		0,8
Área de Contribuição (m2)		30,92
Capacidade do Reservatório (L)		420

Tabela 9 - Análise financeira devido economia água em Belém.

BELEM - PA									
Ano 2014 Mês	Precipitação (mm)	Volume de Chuva Aproveitável (L/Mês)	Razão entre volume aproveitável e capacidade do reservatório	Economia de água em descargas :			Economia por mês (R\$) :		
				3 pessoas	4 pessoas	5 pessoas	3 pessoas	4 pessoas	5 pessoas
Janeiro	125	3092	7,36	100,00%	85,89%	68,71%	5,40	6,18	8,29
Fevereiro	250	6184	14,72	100,00%	100,00%	100,00%	5,40	7,20	12,06
Março	200	4947,2	11,78	100,00%	100,00%	100,00%	5,40	7,20	12,06
Abril	75	1855,2	4,42	68,71%	51,53%	41,23%	3,71	3,71	4,97
Maio	50	1236,8	2,94	45,81%	34,36%	27,48%	2,47	2,47	3,31
Junho	125	3092	7,36	100,00%	85,89%	68,71%	5,40	6,18	8,29
Julho	100	2473,6	5,89	91,61%	68,71%	54,97%	4,95	4,95	6,63
Agosto	25	618,4	1,47	22,90%	17,18%	13,74%	1,24	1,24	1,66
Setembro	50	1236,8	2,94	45,81%	34,36%	27,48%	2,47	2,47	3,31
Outubro	100	2473,6	5,89	91,61%	68,71%	54,97%	4,95	4,95	6,63
Novembro	100	2473,6	5,89	91,61%	68,71%	54,97%	4,95	4,95	6,63
Dezembro	125	3092	7,36	100,00%	85,89%	68,71%	5,40	6,18	8,29
Total Anual:							R\$ 51,74	R\$ 57,69	R\$ 82,13

Consumo Mensal de descarga sanitária (L)		
3 habitantes	4 habitantes	5 habitantes
2700	3600	4500
Valor do m3 de água potável (R\$):		
3 habitantes	4 habitantes	5 habitantes
R\$ 2,00	R\$ 2,00	R\$ 2,68
Coef. De Escoamento		0,8
Área de Contribuição (m2)		30,92
Capacidade do Reservatório (L)		420

Tabela 10 - Análise financeira devido economia água em São Paulo.

SÃO PAULO - SP									
Ano 2014 Mês	Precipitação (mm)	Volume de Chuva Aproveitável (L/Mês)	Razao entre volume aproveitável e capacidade do reservatorio	Economia de água em descargas :			Economia por mês (R\$) :		
				3 pessoas	4 pessoas	5 pessoas	3 pessoas	4 pessoas	5 pessoas
Janeiro	125	3092	7,36	100,00%	85,89%	68,71%	2,67	3,06	10,76
Fevereiro	250	6184	14,72	100,00%	100,00%	100,00%	2,67	3,56	15,66
Março	200	4947,2	11,78	100,00%	100,00%	100,00%	2,67	3,56	15,66
Abril	75	1855,2	4,42	68,71%	51,53%	41,23%	1,84	1,84	6,46
Mai	50	1236,8	2,94	45,81%	34,36%	27,48%	1,22	1,22	4,30
Junho	125	3092	7,36	100,00%	85,89%	68,71%	2,67	3,06	10,76
Julho	100	2473,6	5,89	91,61%	68,71%	54,97%	2,45	2,45	8,61
Agosto	25	618,4	1,47	22,90%	17,18%	13,74%	0,61	0,61	2,15
Setembro	50	1236,8	2,94	45,81%	34,36%	27,48%	1,22	1,22	4,30
Outubro	100	2473,6	5,89	91,61%	68,71%	54,97%	2,45	2,45	8,61
Novembro	100	2473,6	5,89	91,61%	68,71%	54,97%	2,45	2,45	8,61
Dezembro	125	3092	7,36	100,00%	85,89%	68,71%	2,67	3,06	10,76
Total Anual:							R\$ 25,61	R\$ 28,56	R\$ 106,64

Consumo Mensal de descarga sanitária (L)		
3 habitantes	4 habitantes	5 habitantes
2700	3600	4500
Valor do m3 de água potável (R\$):		
3 habitantes	4 habitantes	5 habitantes
R\$ 0,99	R\$ 0,99	R\$ 3,48
Coef. De Escoamento		0,8
Área de Contribuicao (m2)		30,92

A economia anual de cada família em sua respectiva região, juntamente com a media das mesmas está resumida conforme a tabela 11.

Tabela 11 - Resumo da economia anual proporcionado pelo reuso pluvial

Resumo da Economia devido ao Sistema de Reuso de Água Pluvial				
LOCAL	Economia por ano			Media da Economia Anual
	3 hab.	4 hab.	5 hab.	
Brasília	R\$ 65,45	R\$ 103,97	R\$ 122,28	R\$ 97,23
Florianópolis	R\$ 49,41	R\$ 57,44	R\$ 63,20	R\$ 56,68
Salvador	R\$ 114,47	R\$ 156,73	R\$ 276,93	R\$ 182,71
Belém	R\$ 51,74	R\$ 57,69	R\$ 82,13	R\$ 63,85
São Paulo	R\$ 25,61	R\$ 28,56	R\$ 106,64	R\$ 53,60

Observa-se que nos locais onde a água tem um valor econômico maior, a economia proporcionada a família devido ao sistema de reuso é maior, mesmo apesar dessas regiões não possuírem os maiores volumes de captação. Portanto, o sistema de reuso de águas pluviais, além de uma economia financeira, variando de R\$ 25,61 a R\$ 276,93 por ano, a família estará diretamente colaborando para a preservação do meio ambiente .

6.2. Custo de Implantação do Projeto Experimental

A implantação do sistema de reuso demonstrado anteriormente, demanda um custo inicial. A tabela SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil ^[22], por ser referência nacional, foi escolhida como a principal fonte para a obtenção das composições de serviços e dos insumos necessários. Todos os insumos não listados pela SINAPI, adotou-se o valor obtido através de pesquisa com os principais fornecedores dos produtos no Brasil. A Tabela 12, foi elaborada com os dados da tabela SINAPI referentes ao mês agosto de 2014 e detalha a composição dos serviços orçados e o valor total de cada dos itens do sistema de reuso de água, resultando no custo de implantação.

Tabela 12 - Orçamento do Sistema de Reuso Pluvial

ORÇAMENTO DO SISTEMA DE REUSO PLUVIAL					
SERVIÇO:	Vaso Sanitário Sifonado com Caixa Acoplada Louça Branca - Padrão Médio. (Unid.)				
Classe/ Tipo	Descrição	Unid.	Coef. .	Preço Unitário	Preço Total
Compo sição	Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	H	0,78	R\$ 16,07	R\$ 12,53
Compo sição	Servente com Encargos Complementares	H	0,44	R\$ 11,65	R\$ 5,13
Insumo	Cimento Branco	KG	0,14 69	R\$ 2,45	R\$ 0,36
Insumo	Parafuso Niquelado p/ Fixar Peça Sanitária - Incl. Porca Cega	Unid.	2	R\$ 1,37	R\$ 2,74
Insumo	Vedação PVC 100 MM para saída Vaso Sanitário	Unid.	1	R\$ 3,28	R\$ 3,28
Insumo	Bacia Sanitária (Vaso) com caixa acoplada, de louça branca	Unid.	1	R\$ 259,76	R\$ 259,76
Total Unitário :					R\$ 283,80
QUANTIDADE DETERMINADO EM PROJETO			1,00	TOTAL :	R\$ 283,80
SERVIÇO:	Calha de Beiral, Semicircular de PVC, diâmetro de 125 MM, incluindo cabeceiras, emendas, bocais, suportes e vedações, excluindo condutores (M)				
Classe/ Tipo	Descrição	Unid. .	Coef.	Preço Unitário	Preço Total
Compo sição	Carpinteiro de Fôrmas com Encargos Complementares	H	0,44	R\$ 12,29	R\$ 5,41
Compo sição	Servente com Encargos Complementares	H	0,44	R\$ 9,37	R\$ 4,12
Insumo	Parafuso Rosca Soberba Zincado Cab Chata Fenda Simples 3,2 x 20 MM	Unid. .	3	R\$ 0,30	R\$ 0,90
Insumo	Bocal PVC MR Aquapluv beiral D = 125X88 MM	Unid. .	0,33	R\$ 46,79	R\$ 15,44
Insumo	Cabeceira Direita PVC Aquapluv D = 125 MM	Unid. .	0,11	R\$ 13,90	R\$ 1,53
Insumo	Cabeceira Esquerda PVC Aquapluv D = 125 MM	Unid. .	0,11	R\$ 13,90	R\$ 1,53

Insumo	Calha PVC Aquapluv DN = 125 MM c/ 3,00 M de comprimento	Unid.	0,36	R\$ 111,76	R\$ 40,23
Insumo	Emenda MR PVC Aquapluv D = 125 MM	Unid.	0,22	R\$ 27,95	R\$ 6,15
Insumo	Suporte zincado Dobrado Aquapluv (PVC - Tigre)	Unid.	1,55	R\$ 22,09	R\$ 34,24
Insumo	Vedação PVC Aquapluv D =125 MM	Unid.	0,44	R\$ 1,13	R\$ 0,50
Total Unitário :					R\$ 110,05
QUANTIDADE DETERMINADO EM PROJETO			7,00	TOTAL :	R\$ 770,32
SERVIÇO:	Suporte em Alvenaria de Tijolos (M³)				
Classe /Tipo	Descrição	Unid.	Coef.	Preço Unitário	Preço Total
Composição	Pedreiro com Encargos Complementares	H	6,80	R\$ 12,47	R\$ 84,80
Composição	Servente com Encargos Complementares	H	7,30	R\$ 9,08	R\$ 66,28
Insumo	Areia Media - Posto Jazida / Fornecedor	M³	0,26	R\$ 80,00	R\$ 21,12
Insumo	Cal Virgem	KG	28,14	R\$ 0,33	R\$ 9,29
Insumo	Cimento Portland Composto CP II-32	KG	58,76	R\$ 0,42	R\$ 24,68
Insumo	Tijolo Cerâmico Maciço 5 x 10 x 20 CM	Unid.	470	R\$ 0,31	R\$ 145,70
Total Unitário :					R\$ 351,87
QUANTIDADE DETERMINADO EM PROJETO			2,00	TOTAL :	R\$ 703,73
SERVIÇO:	Sistema de Reservatórios e Distribuição de Água Pluvial (Unid.)				
Classe /Tipo	Descrição	Unid.	Coef.	Preço Unitário	Preço Total
Composição	Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	H	8	R\$ 16,07	R\$ 128,56
Composição	Servente com Encargos Complementares	H	8	R\$ 11,65	R\$ 93,20
Insumo	Tela Mosqueteiro	m²	0,2	R\$ 1,82	R\$ 0,36
Insumo	"TE" PVC Serie R P/ Esg. Predial 75 X 75 MM	Unid.	3	R\$ 28,56	R\$ 85,68

Insumo	"TE" Redução PVC Sold 90G P/ Água Fria Predial 75 X 50 MM	Unid.	1	R\$ 34,12	R\$ 34,12
Insumo	"TE" Redução PVC Sold 90G P/ Água Fria Predial 50 X 20 MM	Unid.	1	R\$ 9,37	R\$ 9,37
Insumo	Rabicho Flexível em Metal Cromado 1/2" x 40CM	Unid.	1	R\$ 22,58	R\$ 22,58
Insumo	Tubo PVC PL Serie R P/ Esg. ou Águas Pluviais Predial DN 75MM	M	4,4	R\$ 30,75	R\$ 135,30
Insumo	Tubo PVC Soldável EB-892 P/Água Fria Predial DN 25MM	M	6,65	R\$ 2,96	R\$ 19,68
Insumo	Joelho PVC SOLD 90G P/ Água Fria Predial 75 MM	Unid.	3	R\$ 50,08	R\$ 150,24
Insumo	Joelho PVC SOLD 90G P/ Água Fria Predial 25 MM	Unid.	7	R\$ 0,36	R\$ 2,52
Insumo	Bombona de Plástico Capacidade 200 Litros	Unid.	2	R\$ 140,50	R\$ 281,00
Insumo	Bombona de Plástico Capacidade 20 Litros	Unid.	1	R\$ 25,99	R\$ 25,99
Insumo	Durepox - Tubo com 100 gramas	Unid.	1	R\$ 7,59	R\$ 7,59
Insumo	Luva PVC Sold p/ Água Fria Predial 25 MM	Unid.	1	R\$ 0,60	R\$ 0,60
Insumo	Clorador Flutuante Sodramar Com 3 Pastilhas De Cloro Genco.	Unid.	1	R\$ 46,00	R\$ 46,00
Insumo	Pedra Calcária Dolomítico Filler - 12 kg	Unid.	0,01	R\$ 16,00	R\$ 0,16
Insumo	Suporte para Pedra Calcária	Unid.	1	R\$ 2,33	R\$ 2,33
Insumo	Torneira de Boia	Unid.	1	R\$ 53,00	R\$ 53,00
Total Unitário :					R\$ 1.098,29

CUSTO TOTAL DO SISTEMA DE REUSO DE ÁGUA PLUVIAL :	R\$ 2.856,14
--	---------------------

Fonte: (SINAPI e Pesquisa de Mercado, 2014)

Com o orçamento do projeto definido em R\$ 2.856,14 por residência, pode-se prever o tempo necessário para que o custo de implantação do sistema de reuso de água seja quitado.

6.3 Viabilidade econômica para o Proprietário

No aspecto econômico, com base nos dados obtidos nas Tabelas anteriores, o tempo em anos, para a quitação do custo inicial do sistema de reuso nas casas populares, caso o Governo Federal decida repassar o valor gasto no projeto para o proprietário, varia de 10,42 a 112,68 anos, dependendo da região e da quantidade de habitantes por residência, como demonstra a Tabela 13.

Tabela 13 – Estimativa para Quitação do Sistema de Reuso Pluvial

Projeção de Quitação Financeiro do Sistema de Reúso de Água Pluvial						
LOCAL	Economia por ano			Número de Anos para Quitação		
	3 hab.	4 hab.	5 hab.	3 hab.	4 hab.	5 hab.
Brasília	R\$ 65,45	R\$ 103,97	R\$ 122,28	44,09	27,75	23,60
Florianópolis	R\$ 49,41	R\$ 57,44	R\$ 63,20	58,40	50,24	45,66
Salvador	R\$ 114,47	R\$ 156,73	R\$ 276,93	25,21	18,41	10,42
Belem	R\$ 51,74	R\$ 57,69	R\$ 82,13	55,77	50,02	35,14
São Paulo	R\$ 25,61	R\$ 28,56	R\$ 106,64	112,68	101,05	27,06
Valor Total do Sistema	R\$ 2.885,54					

6.4 Análise econômico para o Governo Federal

Analizando o custo-benefício para o Governo Federal, caso haja a possibilidade de subsidiar os investimento inicial, os ganhos no meio ambiente são imediatos, devido a economia na demanda de água potável para fins menos nobres.

Com base em dados obtidos no website da Caixa Econômica Federal, o programa “Minha Casa Minha Vida” prevê que até o final de 2014 cerca de 2.000.000 unidades serão entregues, com um investimento total 234 bilhões de reais^[22]. A partir desses dados, calcularemos o volume d’água potável economizado por ano, baseando numa media dos valores calculados. A tabela 14 apresenta esses valores detalhados.

Tabela 14 - Volume médio anual de água preservada no Brasil

Ano 2013	Média da Economia de água em descargas de residências com 3, 4 e 5 hab.(%)					Volume Economizado de água (m³)
	Brasília - DF	Florianópolis - SC	Salvador - BA	Belém - PA	São Paulo - SP	
Janeiro	100,00%	71,76%	35,88%	84,87%	84,87%	13,59
Fevereiro	100,00%	100,00%	35,88%	100,00%	100,00%	15,69
Março	100,00%	100,00%	35,88%	100,00%	100,00%	15,69
Abril	71,76%	98,73%	100,00%	53,82%	53,82%	13,61
Maio	17,94%	35,88%	100,00%	35,88%	35,88%	8,12
Junho	3,59%	84,87%	100,00%	84,87%	84,87%	12,89
Julho	0,00%	71,76%	100,00%	71,76%	71,76%	11,35
Agosto	0,00%	84,87%	100,00%	17,94%	17,94%	7,95
Setembro	53,82%	100,00%	71,76%	35,88%	35,88%	10,70
Outubro	71,76%	53,82%	100,00%	71,76%	71,76%	13,29
Novembro	100,00%	84,87%	100,00%	71,76%	71,76%	15,42
Dezembro	100,00%	71,76%	94,15%	84,87%	84,87%	15,68
Consumo Mensal de descarga sanitária (m³)			TOTAL ACUMULADO ANUAL (m3) :			153,99
			VOLUME MEDIO ANUAL (m3) :			30,80
3 hab.	4 hab.	5 hab.				
2,7	3,6	4,5				

Estabelecido o volume médio anual de economia em torno de 30,8 m³ de água potável por casa popular, caso o sistema de reuso de água pluvial já existisse no início do programa “Minha Casa Minha Vida”, apenas no ano de 2015, o volume de água potável economizada, desconsiderando a construção prevista das novas 500.000 casas populares com sistema de reuso, o volume total anual de água preservada perante todo o território brasileiro seria de **61.600.000,00 m³**.

O investimento necessário do Governo Federal para a preservação desse volume de água, multiplicando o custo de implantação inicial pelo número de casas entregues até o final de 2014, se aproxima do valor total de R\$ 5,71 bilhões ou seja, apenas 1,7% do investimento total de 324 bilhões.

Considerando a média dos valores cobrados pelo metro cúbico de água para cada tipo famílias em análise, obtivemos o valor de R\$ 2,38 por m³ para famílias de 3 pessoas, de R\$ 2,644 por m³ para residências com 4 pessoas e para casas com 5 habitantes o valor é de R\$ 3,72. Sendo assim estabeleceu-se o valor médio nacional para o metro cúbico de água de R\$ 2,91.

Multiplicando o valor preservado de 61,6 milhões de m³ de água pelo valor médio nacional encontrado, a partir de 2015, o Brasil estaria economizando um valor de R\$ 179.256.000,00 por ano. Com o investimento desse recurso em saneamento básico, como por exemplo o programa “Projeto Esgoto é Vida” ^[23], que a cada R\$ 1,00 investido, economiza-se R\$ 4,00 na área de medicina curativa, o retorno financeiro do sistema de reuso de água pluvial será ainda maior, chegando no valor de **R\$ 717.024.000,00** por ano, quitando o investimento inicial em um prazo próximo a 8 anos.

Nesta hipótese, a partir de 2023, todas as duas milhões de moradias já estariam quitadas, sendo possível que o Governo Federal investisse as economias geradas pelo sistema de reuso em outras áreas, como por exemplo infraestrutura ou educação.

7. CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Como demonstrado durante todo o escopo do presente trabalho e principalmente evidenciado na apresentação e análise do custo-benefício dos dados, conclui-se que uma das soluções viáveis para a redução significativa no consumo de água em casas populares no Brasil é o reaproveitamento de águas pluviais para fins não-potáveis. Essa solução se apresenta através de um sistema que faça a captação, tratamento e distribuição das águas precipitadas.

A solução apresentada conforme proposto e demonstrado no projeto experimental de reuso de águas pluviais, possui como principal objetivo a preservação de água potável. Para isso, utiliza-se a água pluvial captada para substituir o consumo da mesma em descargas sanitárias, economizando em torno de 15% a 20%, o consumo de água mensal por casa popular.

Apesar das regiões no Brasil possuírem uma grande variabilidade sazonal, todas as regiões analisadas, o investimento da implantação do sistema de reuso de água trás vantagens econômicas e ambientais tanto para o proprietário da residência quanto para o Governo Federal. Porém, através dos cálculos aferidos, regiões que possuem um baixo valor econômico do metro cúbico de água, o tempo de retorno se torna maior, mesmo com um maior potencial de capacitação e reaproveitamento de água. Conclui-se também que famílias com um maior numero de pessoas terão um retorno financeiro mais significativo do que famílias menores.

Todos os dados referentes ao projeto experimental apresentado, sugerem ao Governo Federal que com acréscimo de 1,7% do investimento total estipulado para casas populares no programa “Minha Casa, Minha Vida”, atualmente a economia de água potável total desse programa seria maior que 60 milhões de metros cúbicos de água por ano e podendo chegar a render mais de 700 milhões de reais por ano.

Caso o Governo Brasileiro elabore um correto planejamento ainda há tempo para a mudança, tendo em vista que o número de casas populares construídas aumenta a cada ano, com a crescente demanda das classes C e D por moradia.

Para as pesquisas futuras, deixo as seguintes sugestões:

- Procurar outros tipos de sistemas de reuso de águas pluviais mais modernos e econômicos;
- Buscar soluções para reduzir o custo inicial de implantação do sistema de reuso águas pluviais em casas populares;
- Realizar as adaptações no dimensionamento do projeto experimental de reuso de água, para a otimização no mesmo em cada região do Brasil;
- Para melhor precisão de cálculos, aprofundar a pesquisa em relação aos índices pluviométricos, buscando as informações referentes as ultimas décadas;
- Ampliar o número de postos pluviométricos e estados, para garantir uma maior proximidade com a realidade;
- Ampliar o número de distribuidoras de água para uma maior precisão na definição das médias nacionais;
- Procurar novas alternativas de investimento dos recursos economizados para diminuir o período para quitação dos investimentos iniciais;
- Realizar uma análise financeira por métodos existentes para um calculo preciso do tempo de quitação do investimento inicial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] [2] [3] [4] [21] TELLES D; COSTA, R. (2010). Reúso da Água - 2ª edição revista, atualizada e ampliada Editora, Blucher.

[5] CAIXA ECONOMICA FEDERAL (2007), Projeto padrão – casas populares | 42 m²
(http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/banco_projetos/projetos_his/casa_42m2.pdf).

[6] SEMPRE SUSTENTAVEL (2012), Projeto Experimental de aproveitamento de água da chuva com a tecnologia da minicisterna para Residência Urbana - Manual De Construção E Instalação
(<http://www.sempresustentavel.com.br>).

[7] DECA (2014), Desenho Técnico Bacia para Caixa Acoplada Quadra:
(<http://www.deca.com.br/produtos/bacia-para-caixa-quadra/?cat=4003>).

[8] FAZ FACIL REFORMA & CONSTRUÇÃO (2014), Sistema regulador de Nível de Caixa D'água – Torneiras Boia
(<http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/boia-de-caixa-agua/>).

[9] MEGA AMBIENTAL (2014), Bombonas Plásticas de 20 e 200 L
(<http://www.megambiental.com.br/index.php?pagina=galo-es-de-plastico>).

[10] GHISI, E. (2005), Instalações Prediais de Águas Pluviais, Florianópolis, Departamento de Engenharia Civil.

[11] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10844** - Instalações Prediais de Águas Pluviais.

[12] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15097** – Aparelho sanitário de material cerâmico

[13] TOMAZ, P. (2000). Previsão de consumo de água. Navegar Editora, São Paulo.

[14] REDE GLOBO (2013), Consumo médio do Brasileiro (05/13)
(<http://redeglobo.globo.com/globoecologia/noticia/2013/05/brasileiro-consome-159-litros-por-dia.html>).

[15] CAESB (2013), Resolução ADASA nº2 - 01/13
(<http://www.caesb.df.gov.br/tarifas-e-precos.html>).

[16] SABESP (2013), Comunicado - 07/13

(http://site.sabesp.com.br/uploads/file/clientes_servicos/comunicado_07_2013.pdf)

[17] AGERSA (2013), Resolução AGERSA Nº 005/2013

(http://www.agersa.ba.gov.br/?page_id=1358)

[18] CASAN (2013) Resolução CASAN Nº 09/2013

(<http://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/social#4>)

[19] COSANPA (2013), Tarifa de Coleta/Tratamento de Esgoto Sanitário

(<http://200.178.173.137/index.php/taxas>)

[20] INMET (2013), Gráficos de índices pluviométricos no Brasil por ano

(<http://www.inmet.gov.br/portal/>)

[21] SINAPI (2014), catalogo composições analíticas (11/2014); Relatórios Insumo e Composição (11/2014)

(http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programa_des_urbano/SINAPI/index.asp)

[22] CAIXA ECONOMICA FEDERAL (2013), a respeito do valor investido pelo governo e total de casas planejadas

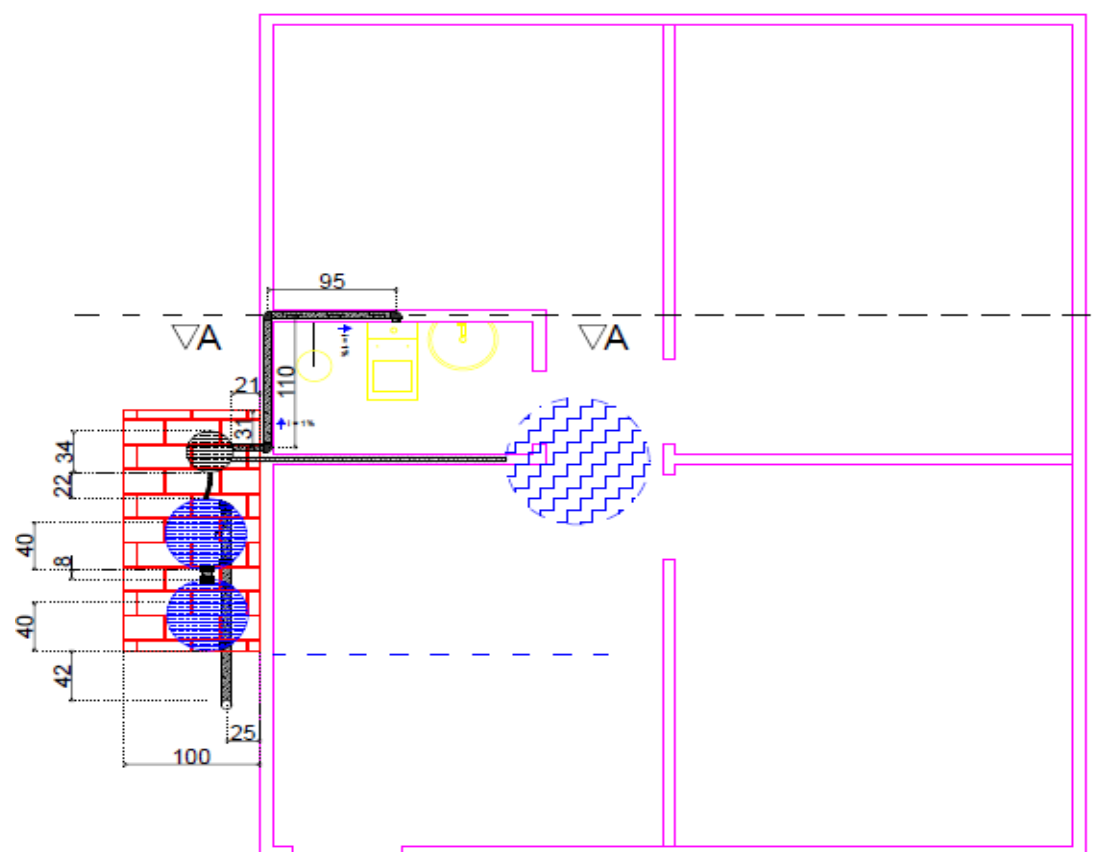
(<http://www20.caixa.gov.br/Paginas/Noticias/Noticia/Default.aspx?newsID=904>)

[23] AGUA E CIDADE (2006), Projeto Esgoto é Vida: (<http://www.esgotoevida.org.br/>)

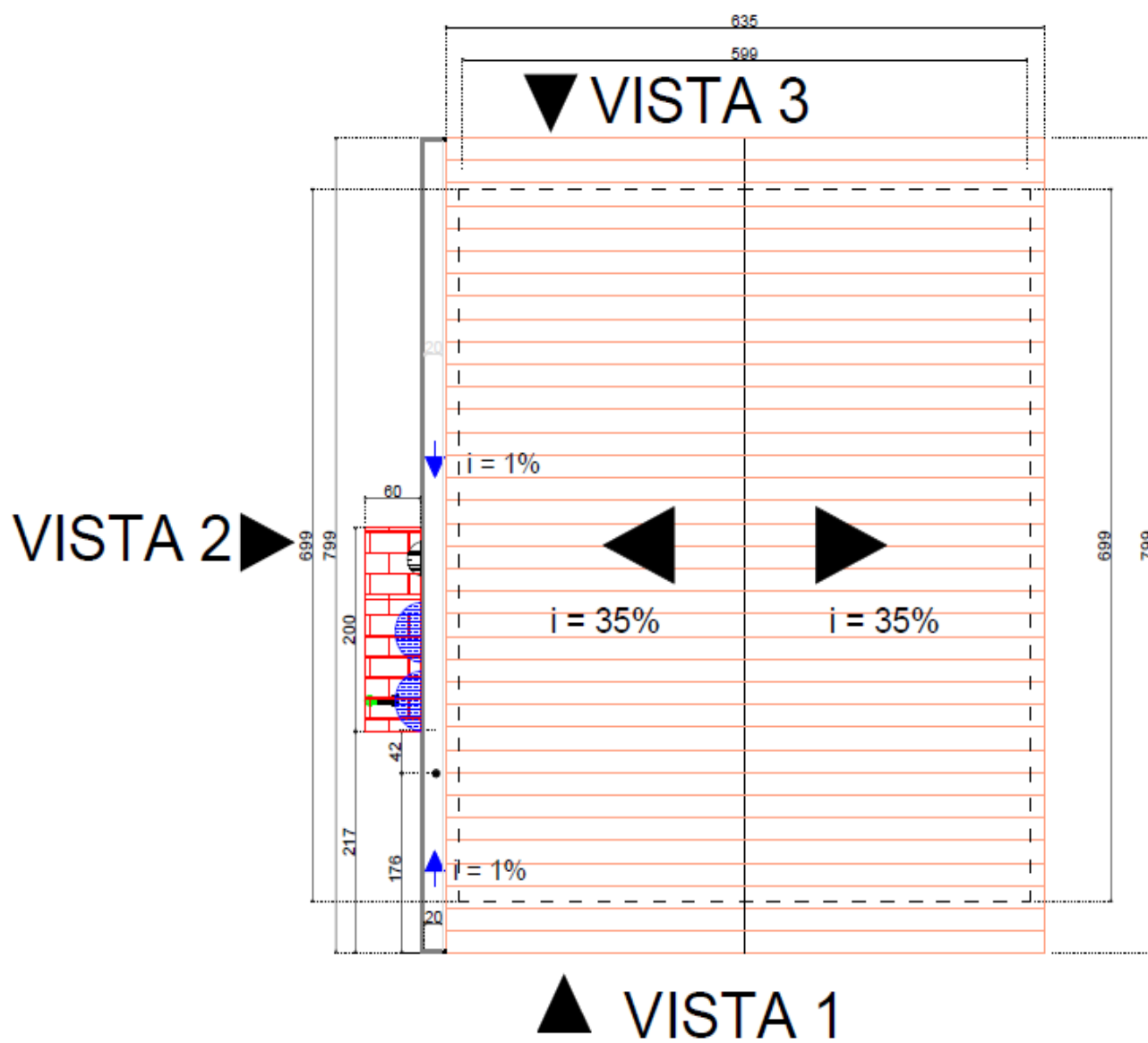
ANEXO I

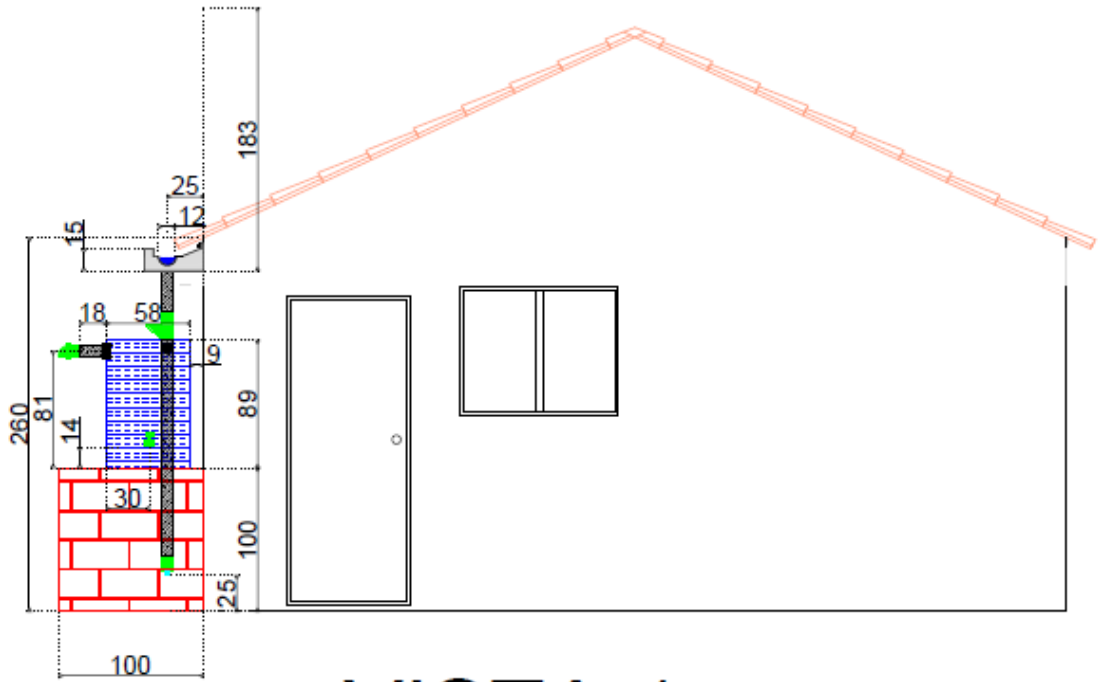
CADERNO TÉCNICO CASAS POPULARES DE 42 M²

LEGENDA	
	VASO SANITARIO
	FILTRO SEPARADOR
	JOELHO EM PVC
	TUBULACAO EM PVC
	BOMBONA CAPACIDADE 20L
	BOMBONA CAPACIDADE 200L
	ALVENARIA
	TORNEIRA-BOIA
	TUBO FLEXIVEL
	SEPARADOR DE CHUVAS
	CALHA COLETORA
	TORNEIRA TIPO JARDIM

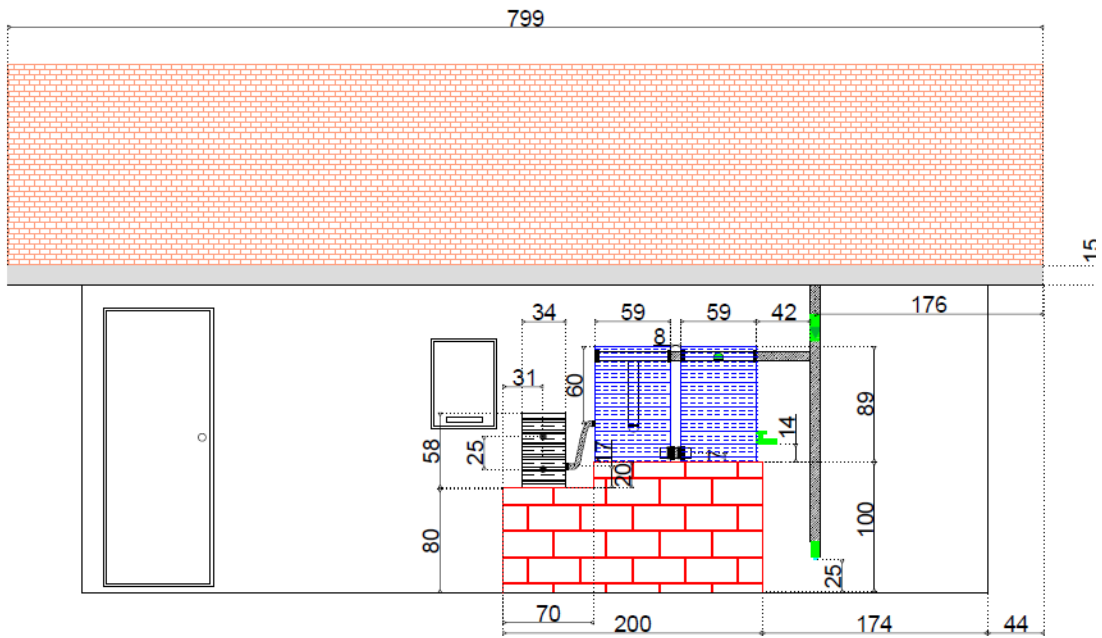


PLANTA BAIXA

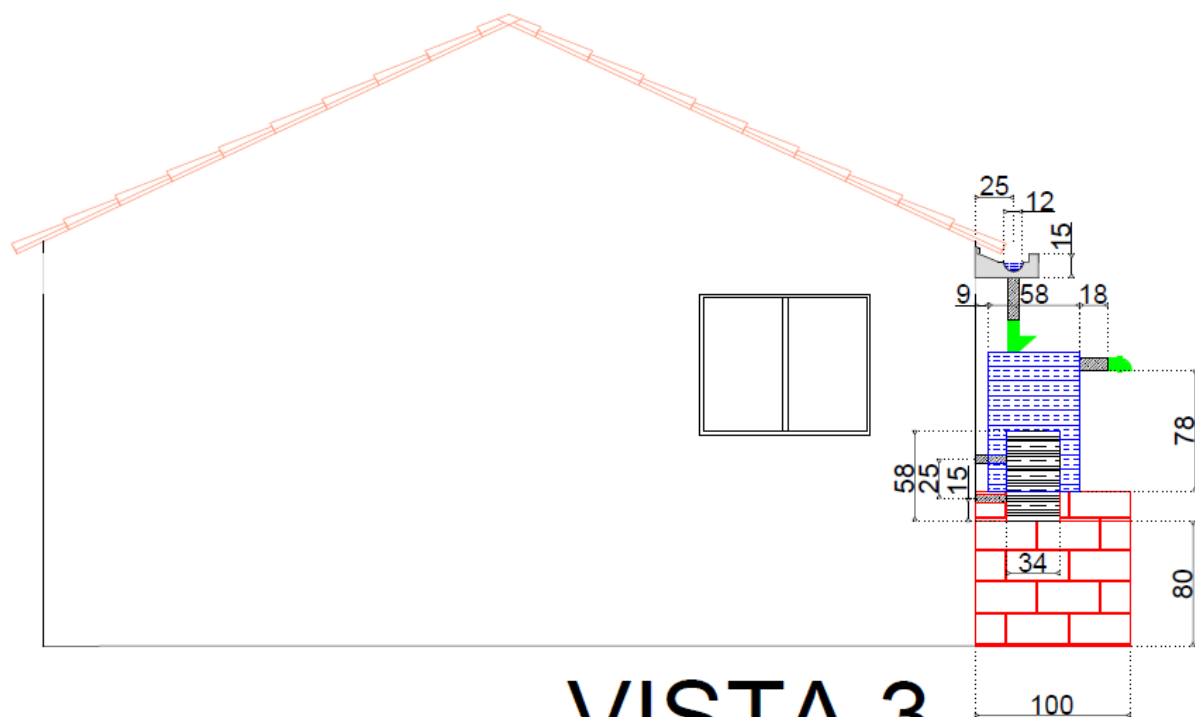




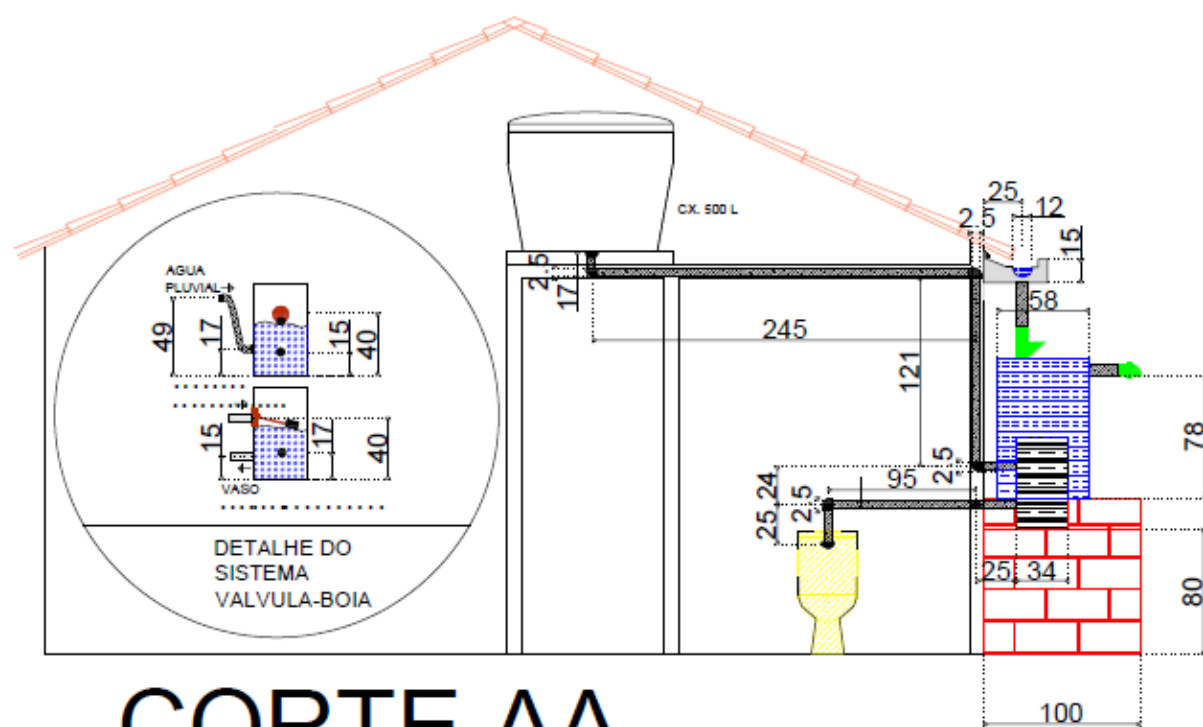
VISTA 1



VISTA 2



VISTA 3



CORTE AA